

Эффективность улавливания летучей золы, микросферы и чистой микросферы из дымовых газов ТЭС в электроциклоне ЭЦГ

Инюшкин Н.В.,^а Ермаков С.А.,^а
Седунов К.В.,^б Парамонов Д.А.^в

^а Кафедра ПАХТ, ул. Мира, 19, лаборатория Х-142, г. Екатеринбург; тел: 375-44-28; E-mail: paht@yandex.ru

^б Кафедра ПАХТ, ул. Мира, 19, лаборатория Х-142, г. Екатеринбург; тел: 8-982-641-58-26; E-mail: sedunovkirill@mail.ru

^в Кафедра ПАХТ, ул. Мира, 19, лаборатория Х-142, г. Екатеринбург; тел: 8-912-251-60-02; E-mail: rnidos@mail.ru

Статья посвящена технологии очистки газовых выбросов ТЭС от золы и микросферы с помощью электроциклона ЭЦГ. Рассматривается функциональная зависимость степени улавливания от скорости аэрозоля на входе в электроциклон и гидравлическое сопротивление аппарата в диапазоне рабочих скоростей. В заключении дается рекомендация к использованию электроциклона для очистки газовых выбросов ТЭС.

Введение

В энергетическом балансе нашей страны более 70 % вырабатываемой электроэнергии приходится на долю ТЭС, мощность которых достигает сотни мегаватт. Кроме того, с каждым годом в теплоэнергетике расширяется потребление низкокачественных углей, добываемых наиболее дешевым открытым способом, при сжигании которых образуется повышенное количество золы и микросферы. Эти обстоятельства свидетельствуют об исключительной важности решения проблемы наиболее полной

очистки отходящих газов ТЭС от золы. В настоящее время для очистки дымовых газов котельных агрегатов ТЭС от золы применяются несколько типов золоулавливающих аппаратов: сухие инерционные (механические) золоуловители, мокрые золоуловители, электрофильтры.

Анализ способов для очистки отходящих газов ТЭС от золы и микросферы, рассмотренных в литературе [1] позволяет сделать вывод о том, что наиболее подходящим аппаратом является электрофильтр, это подтверждается тем фактом, что более 70 % объемов отходящих газов от ТЭС

очищается при помощи электрофильтров.

К недостаткам электрофильтров относится высокая чувствительность процесса электрической фильтрации газов к отклонениям от заданных параметров технологического режима, а также к незначительным механическим дефектам в активной зоне аппарата. Также существенным недостатком электрофильтров является трудность улавливания пыли с высоким удельным электрическим сопротивлением. При очистке сотен тысяч и миллионов кубических метров газов в час габаритные размеры электрогазоочистных установок являются весьма значительными.

Разработка аппарата для очистки газов ТЭС от золы и микросферы на основе электрофильтра, но с отсутствием вышеперечисленных недостатков последнего, представляет значительный интерес.

Аппараты, в которых реализован данный механизм, получили название центробежно–электрические пылеуловители или электроциклоны. Разработано большое количество моделей электроциклонов: ЭНВГ, ЭЦВ и других [2, 3]

Целью экспериментов было изучить влияние гидродинамического параметра – скорости воздуха на входе $W_{вх}$ (исследуемый диапазон: 6,8; 9,4; 13,2; 16,2 и 20 м/с) в электроциклон на эффективность улавливания η золы и микросферы. Для оценки влияния силы электростатического поля ко-

ронного разряда, опыты проводились с включенным и выключенным высоким напряжением на коронирующем электроде.

Исследование процесса улавливания золы было проведено на лабораторной модели пылеуловителя, схема которого представлена на рис. 1.

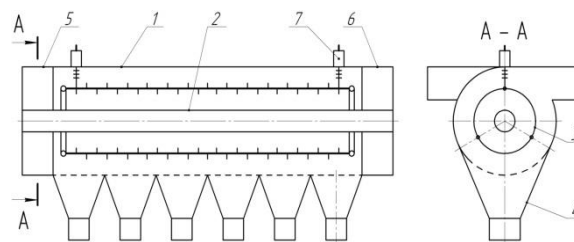


Рис. 1 Схема электроциклона ЭЦГ

Он состоит из цилиндрического корпуса 1 с внутренним диаметром 0,21 м и длиной 1,2 м, являющегося осадительным электродом, обтекателя 2 – трубы длиной 1,4 м, коронирующего электрода 3, состоящего из двух колец, между которыми расположены три металлических стержня диаметром 0,01 м, с разрядными устройствами в виде игл длиной 0,01 м и диаметром 0,002 м. Расстояние между иглами – 0,02 м. К нижней, перфорированной части корпуса 1, по всей его длине, присоединены шесть бункеров 4. Входной 5 и выходной 6 патрубков имеют спиральную конструкцию, подобную той, которая применена в конических циклонах НИИОГАЗ: СДК–ЦН–33, СК–ЦН–34 и СК–ЦН–22 и размещены по обоим торцам корпуса 1. коронирующий электрод 3 подвешен на изоляторах 7, изготовленных

их фторопласта Ф4. Электроциклон ЭЦГ работает следующим образом: Запыленный поток воздуха попадает внутрь через входной патрубок 5 и, приобретая вращательно-поступательное движение, перемещается по кольцевому каналу между корпусом 1 и обтекателем 2. Центробежная сила, действующая на крупные частицы материала, отбрасывает их к периферии корпуса, создавая подвижный, концентрированный, осажденный слой. Последний попадает в бункеры 4 через перфорации в нижней части корпуса 1. На оставшиеся в воздухе мелкие частицы материала действует электростатическая сила коронного разряда, под действием которой они концентрируются на внутренней поверхности корпуса 1 и далее попадают в бункера 4 тем же путем, что и крупные. Очищенный от пыли воздух выходит из аппарата через выходной патрубок 6.

В качестве пыли была использована зола с Красногорской ТЭЦ (г. Каменск–Уральский), взятая из бункера электроциклона. Эксперименты были проведены на смеси, состоящей из 95 % золы и 5 % микросферы. Данные пропорции в соотношении золы и микросферы выбраны не случайно. Схожий состав имеют зольные выбросы из котлов ТЭС малой и средней мощности, а также выбросы золы с Рефтинской ТЭС, на которой стоят энергоблоки большой мощности. Были так же сделаны опыты по улавливанию чистой микросферы.

Опыты по исследованию процесса пылеулавливания на модели горизонтального электроциклона ЭЦГ проводились на лабораторном стенде, схожему с описанным в статье [4].

Экспериментальная часть

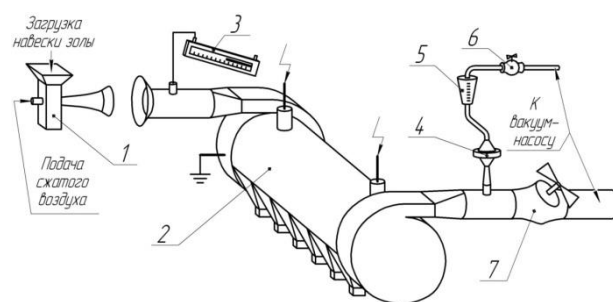


Рис. 2 Схема лабораторной установки

Навеска золы загружается в генератор аэрозоля 1 (рис. 2), диспергирующий её с помощью сжатого воздуха. Концентрация золы в воздухе на входе рассчитывается по её навеске, расходу аэрозоля и времени эксперимента. Расход аэрозоля задаётся вентилем 7 и измеряется с помощью тягонапоромера 3. Очистка проходит в электроциклоне 2. Очищенный воздух покидает аппарат, остаточная концентрация золы в нём измеряется методом отбора пробы, пропускаемой через аналитический фильтр АФА-ВП, закреплённый во фланцевом фильтродержателе 4, расход регулируется вентилем 6 и контролируется ротаметром 5.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований были получены опытные зависимости степени очистки от входной скорости аэрозоля (рис. 3).

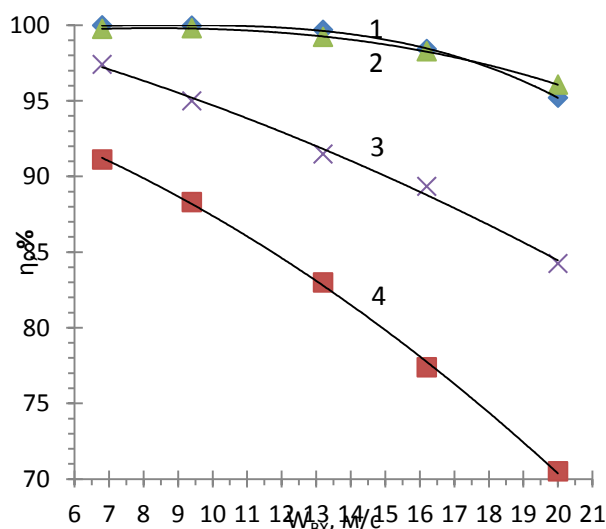


Рис. 3 Зависимость степени очистки электроциклона от входной скорости аэрозоля для смеси золы и микросферы: 1 - при напряжении 17 кВ, 4 – без напряжения; для чистой микросферы: 2 - при напряжении 17 кВ, 3 – без напряжения

Как видно из рис.3 добавление электростатической силы коронного разряда к силе центробежного поля приводит к значительному повышению эффективности пылеулавливания. Это связано с тем, что скорость дрейфа частиц под совместным воздействием сил центробежного и электрического полей значительно выше чем только под действием центробежного поля.

С увеличением входной скорости уменьшается вклад электростатической составляющей силы в резуль-

тирующую. Это объясняется уменьшением времени пребывания частиц в активной зоне аппарата.

Для электроциклона ЭЦГ режим наибольшей эффективности пылеулавливания (99,9–99,7 %) лежит в диапазоне входных скоростей 6,8–13,2 м/с. При этом гидравлическое сопротивление аппарата (рис. 4) равняется 100–450 Па.

При увеличении входной скорости наблюдается уменьшение эффективности пылеулавливания, в режиме циклона и электроциклона. Это связано с увеличением вторичного уноса уловленной пыли, а также с уменьшением времени пребывания частиц в активной зоне аппарата.

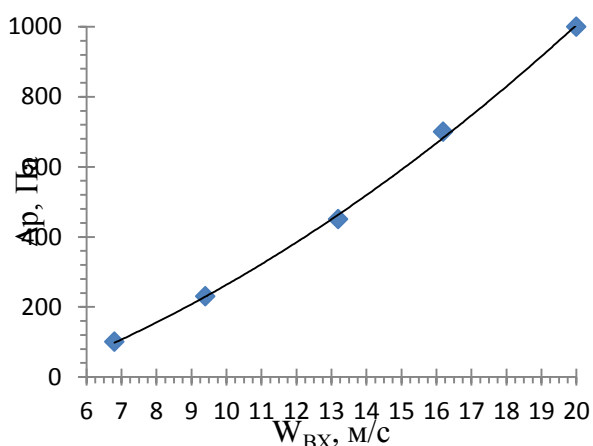


Рис. 4 Зависимость гидравлического сопротивления Δp электроциклона ЭЦГ в зависимости от входной скорости $W_{ВХ}$

На основании вышесказанного можно заключить, что технология может быть использована на ТЭС, работающих на угле, для достижения высокой степени очистки. Электроциклон позволяет очищать газовые выбросы от золы на 99,7 – 99,9 % при

низком гидравлическом сопротивлении 100 – 500 Па. Данный тип электроциклона подходит для очистки дымовых газов ТЭС большой производительности.

Библиографический список

1. K. Darcovich, K.A. Jonasson, C.E. Capes / Developments in the control of fine particulate air emission / Advanced Powder Technol., Vol. 8, No. 3, (1997) 179-215
2. 50. Новиков Л.М., Новиков К.Л., Ермаков А.А., Инюшкин Н.В. / Применение циклонов НВГ и ДПЦ в системах пылеулавливания и разработка высокопроизводительных электроциклонов ЭНВГ // Флагману прикладной химии на Урале – 75 лет. Сборник трудов. Екатеринбург 2005. с 182–189
3. Петров В.А., Инюшкин Н.В., Ермаков С.А., Вестник ТГТУ, 2010, том 16, № 1, с. 44.
4. Инюшкин Н.В., Ермаков С.А., Титов А.Г., Гильванова З.Р., Новиков К.Л., Парамонов Д.А. Исследование процесса улавливания летучей золы в экспериментальной модели электроциклона / Инженерный вестник Дона. – 2011, №4.